

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant : HON
Application No. : 10/720,063
Filed : November 25, 2003
Title : GALLIUM NITRIDE BASED
LIGHT-EMITTING DIODE
Group Art Unit : 2811
Examiner : Unassigned
Docket No. : BHT/3244-10

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

TRANSMITTAL COVER SHEET

Transmitted herewith for filing are the following:


1. **CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**, along with certified copy of **Taiwan Application No. 091134218**, **filed November 25, 2002**.
2. Form PTO-1595 Document for Recordation, along with executed Assignment, and check for \$40.

The Commissioner is hereby authorized to charge any fees which may be required for the filing of this document to **Deposit Account No. 501874**.

Respectfully submitted,

Date: March 9, 2004

By:


Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : HON
Application No. : 10/720,063
Filed : November 25, 2003
Title : GALLIUM NITRIDE BASED
LIGHT-EMITTING DIODE
Group Art Unit : 2811
Examiner : Unassigned
Docket No. : BHT/3244-10

MAIL STOP - INITIAL PROCESSING

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant hereby claims priority from Taiwan Patent Application No. 091134218, filed on November 25, 2002. A certified copy of this application is enclosed.

Acknowledgment of the receipt of the claim to priority, along with the certified copy of the priority document is respectfully requested.

Respectfully submitted,

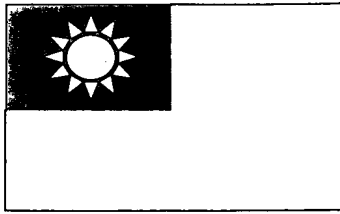
Date: March 9, 2004

By:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bruce H. Troxell", written over a horizontal line.

Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 11 月 25 日
Application Date

申請案號：091134218
Application No.

申請人：炬鑫科技股份有限公司
Applicant(s)

SN 10/244,022

3844/10

局長
Director General

蔡練生

(發文日期：西元 2003 年 9 月 1 日)
Issue Date

發文字號：09220883550
Serial No.

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：91134218 ※IPC分類：

※ 申請日期：

壹、發明名稱

(中文) 氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置

(英文) GaN-based light-emitting diode and the manufacturing method thereof

貳、發明人(共參人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 洪 詳 竣

(英文) Hon, Schang-Jing

住居所地址：(中文) 桃園縣八德市竹興街 29 巷 8 號 2 樓

(英文)

國籍：(中文) 中華民國

(英文)

參、申請人(共壹人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 炬鑫科技股份有限公司

(英文) Super Nova Optoelectronics Corporation

住居所或營業所地址：(中文) 台北市 106 復興南路一段 137 號 14 樓之一

(英文) 14FL-1, No. 137, Sec 1, Fu-Shing S. Rd., Taipei

106, Taiwan, R.O.C.

國籍：(中文) 中華民國

(英文)

代表人：(中文) 沈 明 福

(英文) Shen, Michael

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

發明人 2

姓名：(中文) 黃 振 斌

(英文) Huang, Jenn-Bin

住居所地址：(中文) 台中縣大甲鎮順天路 307 號

(英文)

國籍：(中文) 中華民國

(英文)

發明人 3

姓名：(中文)

(英文)

住居所地址：(中文)

(英文)

國籍：(中文)

(英文)

發明人 4

姓名：(中文)

(英文)

住居所地址：(中文)

(英文)

國籍：(中文)

(英文)

發明人 5

姓名：(中文)

(英文)

住居所地址：(中文)

(英文)

國籍：(中文)

(英文)

發明人 6

姓名：(中文)

(英文)

住居所地址：(中文)

(英文)

國籍：(中文)

(英文)

肆、中文發明摘要

氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置

一種「氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置」，該發光裝置包括一基板、一 n-GaN 基之磊晶沈積層、一多量子井之活性層、一 p-型布拉格反射鏡、一 p-GaN 基之磊晶沈積層、一 n 型金屬電極、及一 p 型金屬電極，且基板底部並設有一金屬反射層，可在較低之成本下，提昇氮化鎵基 LED 之發光效率，並易於製造。

伍、英文發明摘要

GaN-based light-emitting diode and the manufacturing method thereof

陸、(一)、本案指定代表圖為：第 2 A 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

基板 10	MQW 活性層 14
上表面 10a	p-型 DBR 15
下表面 10b	p-GaN 層 16
緩衝層 11	n 型金屬電極 17
n-GaN 層 13	p 型金屬電極 18
露出面 13a	金屬反射層 19

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為：_____

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

本發明為一種「氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置」，尤指一種適用於氮化鎵基 (GaN-based) III-V 族材料之發光二極體者 (light-emitting diode, 簡稱LED)，主要係利用光之來回共振，刺激量子井 (Quantum Well) 內電子與電洞再結合 (recombine) 之速率，以提昇氮化鎵基LED之發光效率 (Luminous Efficiency)；本發明之發光裝置包括一基板、一n-GaN基之磊晶沈積層、一多量子井 (Multi-Quantum Well, 簡稱MQW) 之活性層 (Active layer)、一p-型布拉格反射鏡 (Distributed Bragg Reflector, 簡稱DBR)、一p-GaN基之磊晶沈積層、一n型金屬電極 (n-type metal contact)、及一p型金屬電極 (p-type metal contact)，且基板底部並設有一金屬反射層 (metal Reflector)，具有成本較低及易於製造等特性。

按，一般LED皆係由P-N結 (Junction) 中之活性層產生光，由於習有之氮化鎵基LED，光在產生後即直接發散，因此，在本身材料之吸收及折射率 (refractive index) 之影響下，發光效率仍未盡理想，實用上應有再予精進改善之需要。

再者，因市場之因素，LED之製造成本亦為重要之考量，業界雖亟欲獲致高發光效率之LED，惟，實務上仍需兼顧成本，方能具有競爭力，並符合「產業之利用性」之專利要件。

☐ 續次頁 (發明說明頁不敷使用時，請註記並使用續頁)

本發明之主要目的，即為提供一種「氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置」，且該方法及裝置明顯具備下列優點、特徵及目的：

01、本發明係適用於氮化鎵基LED，使聚集在量子井內之電子與電洞，因光之來回共振而受到刺激，以提高電子與電洞之再結合（recombine）速率，故可增益發光效率；

02、本發明可在兼顧成本之考量下，提昇氮化鎵基LED之發光效率，尤其，以金屬反射層作為共振腔（Resonant Cavity）之下方鏡面，成本較低；

03、本發明可在兼顧製造難易度之考量下，提昇氮化鎵基LED之發光效率，尤其，以金屬反射層作為共振腔之下方鏡面，製造上較為簡單，且若以藍寶石（sapphire）作為基板，更可獲致較高之反射率。

為能進一步瞭解本發明之特徵、技術手段以及所達成之具體功能、目的，茲列舉本發明之較具體實施例，繼以圖式、圖號詳細說明如後：

圖式說明如下：

第1圖係為本發明方法較佳實施例之步驟示意圖；

第2圖係為本發明裝置較佳實施例之立體示意圖；

第2A圖係為本發明裝置較佳實施例之結構示意圖；

第3及3A圖係為第2A圖磊晶結構之一特例；

第4圖係為本發明方法第二實施例之步驟示意圖；

第5圖係為本發明裝置第二實施例之結構示意圖；

第6圖係為第5圖磊晶結構之一特例；

第 7 圖係爲本發明方法第三實施例之步驟示意圖；
第 8 圖係爲本發明方法第四實施例之步驟示意圖；
第 9 圖係爲本發明裝置第四實施例之立體示意圖；
第 9 A 圖係爲本發明裝置第四實施例之結構示意圖；
第 10 及 10 A 圖係爲第 9 A 圖磊晶結構之一特例；
第 11 圖係爲本發明方法第五實施例之步驟示意圖；
第 12 圖係爲本發明裝置第五實施例之結構示意圖；
第 13 圖係爲第 12 圖磊晶結構之一特例；
第 14 圖係爲本發明方法第六實施例之步驟示意圖。

圖號說明如下：

基板 10	粗糙表面 21
上表面 10a	基板 30
下表面 10b	上表面 30a
基板 101	緩衝層 31
緩衝層 11	GaN 緩衝層 311
GaN 緩衝層 111	n-型 DBR 32
n-GaN 層 13	n-AlGaIn / GaN 層 321
露出面 13a	n-GaN 層 34
n-GaN 層 131	露出面 34a
MQW 活性層 14	n-GaN 層層 341
InGaIn / GaN 層 141	MQW 活性層 35
p-型 DBR 15	InGaIn / GaN 層 351
AlGaIn / GaN 層 151	p-型 DBR 36
p-GaN 層 16	p-AlGaIn / GaN 層 361

p+- GaN 層 161

n 型金屬電極 17

p 型金屬電極 18

金屬反射層 19

金屬反射層 191

金屬氧化層 20

ZnO 層 201

p-GaN 層 37

p+- GaN 層層 371

n 型金屬電極 38

p 型金屬電極 39

金屬氧化層 40

ZnO 層 401

粗糙表面 41

請參閱第 1 至 3 圖所示，在較佳實施例中，本發明方法係可包含以下之步驟：

步驟1，係為「在基板上成長一緩衝層」之步驟，即在基板10之上表面10a形成一緩衝層11，基板10可為藍寶石（sapphire）、或碳化矽（SiC）、或氮化鎵（GaN）等材質；

步驟2，係為「在緩衝層上成長n-GaN系磊晶沈積層」之步驟，接續步驟1，在緩衝層11上形成一層n-GaN系磊晶沈積層13；

步驟3，係為「在n-GaN層上成長MQW活性層」之步驟，接續步驟2，在n-GaN系磊晶沈積層13上形成一MQW活性層14，且MQW活性層14產生光之波長（ λ ）可在380nm至600nm之間；

步驟4，係為「在MQW活性層上成長p-型DBR」之步驟，接續步驟3，在MQW活性層14上形成一p-型布拉格反射鏡（DBR）15；

步驟5，係為「在p-型DBR上成長p-GaN系磊晶沈積層」之步驟，接續步驟4，在p-型布拉格反射鏡（DBR）15上形

成一層 p-GaN 系 (p-GaN-based , 例如 : p-GaN 、 p-InGa N 、 p-AlInGa N) 之磊晶沈積層 16 , 且以蝕刻法 (Etching) 將部份 n-GaN 層 13 表面、部份 MQW 活性層 14 、部份 p-型布拉格反射鏡 15 、及部份 p-GaN 層 16 移除 , 使 n-GaN 層 13 具有一露出面 13a , 且可在露出面 13a 上設置一 n 型金屬電極 17 , 並在 p-GaN 層 16 上設置一 p 型金屬電極 18 ;

步驟 6 , 係為「在基板底部鍍上金屬反射層」之步驟 , 接續步驟 5 , 在基板 10 之底部以電鍍或濺鍍 (sputtering) 之方式設有一金屬反射層 19 ;

藉此 , 以構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

如第 2 及 2 A 圖所示 , 在較佳實施例中 , 本發明之發光裝置包括一基板 10 、一 n-GaN 層 13 、一 MQW 活性層 14 、一 p-型 DBR 15 、一接觸層、一 n 型金屬電極 17 、及一 p 型金屬電極 18 等構成 ; 其中 :

該基板 10 , 係可為藍寶石 (sapphire) 、或碳化矽 (SiC) 、或氮化鎵 (GaN) 等材質 , 基板 10 之上表面 10a 可成長一緩衝層 11 , 基板 10 之下表面 10b 可鍍有一金屬反射層 19 , 且金屬反射層 19 之反射率可在 90% 以上 ;

該 n-GaN 層 13 及 MQW 活性層 14 , 係為依序磊晶成長於緩衝層 11 上之磊晶沈積層 , 且通電後 , MQW 活性層 14 為由「電產生光」之光產生層 (light generating layer) , 波長 (λ) 可在 380nm 至 600nm 之間 ;

該 p-型 DBR 15 , 係為成長於 MQW 活性層 14 上 , 反射率

(Reflective Index) 可在 50% 至 80% 之間；

該接觸層，係為 p-GaN 系 (p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN) 之磊晶沈積層 16，且成長在 p-型 DBR 15 上；

該 n 型金屬電極 17，係設置在 n-GaN 層 13 之露出面 13a 上；

該 p 型金屬電極 18，係設置在 p-GaN 層 16 上；

藉此，可經由後續之晶粒加工、設置、接線、及樹脂灌膜封裝，而構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

此間擬提出說明者，乃在於：根據國際照明委員會所制定之 CIE 色品圖 (CIE Chromaticity diagram)，一般若本發明之 MQW 活性層 14，在通電後產生光之波長 (λ) 在 465nm 至 485nm 之間，則本發明裝置即可構成一藍色光系之 RCLED；若本發明之 MQW 活性層 14，在通電後產生光之波長 (λ) 在 495nm 至 540nm 之間，則本發明裝置即可構成一綠色光系之 RCLED；而若本發明之 MQW 活性層 14，在通電後產生光之波長 (λ) 在 560nm 至 580nm 之間，則本發明裝置即可構成一黃色光系之 RCLED；當然，本發明可適用之範圍在 380nm 至 600nm 之間，除了前述三個特定波長區段所構成之較純色系 RCLED 外，亦可構成其他過渡色系之 RCLED。

如第 3 及 3 A 圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一、二層 111，可為 LT-GaN / HT-GaN 之緩衝層，

LT-GaN係為先成長在基板101上之低溫緩衝層，厚度可在100至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚度可在0.5至6 μm ；

第三層131，可為n - GaN之半導體層，厚度可在2至6 μm ；

第四層141，可為InGaN / GaN之MQW；

第五層151，可為p - AlGaIn / GaN之DBR；

第六層161，可為p+- GaN-based之半導體層，厚度可在0.2至0.5 μm ；

且磊晶結構係成長在基板101上，該基板101，可為藍寶石（sapphire）、或碳化矽（SiC）、或氮化鎵（GaN）之基板，製造上，一般基板101係先以300至500 μm 之厚度進行磊晶，俟磊晶完成後，再由基板101之底部研磨成50至300 μm 之厚度，並於底部以電鍍或濺鍍之方式鍍上金屬反射層191；該金屬反射層191，可為Ag/Al材質（即先鍍上銀，再於鍍上鋁，使銀不致外露），或為Ag材質，或任何金屬材質，厚度可在50Å至10 μm 。

請參閱第4至6圖所示，在第二實施例中，本發明方法係可包含以下之步驟：

步驟1至步驟5，係與較佳實施例者相同；

步驟6'，係為「在p-GaN層上磊晶沈積金屬氧化層（metal oxide layer）」之步驟，接續步驟5，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層16上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層20，而作為窗口層；

步驟7，係為「在基板底部鍍上金屬反射層」之步驟，接續步驟6'，在基板10之底部以電鍍或濺鍍之方式設有一鍍上一金屬反射層19；此亦為本發明另一可行之方式。

如第5圖所示，在第二實施例中，本發明裝置可在較佳實施例之結構上，進一步包括一金屬氧化層20；其中，該金屬氧化層20，可為具有較佳之可見光透光性範圍（transparency in visible range）之金屬氧化層者，例如：範圍約在380nm至600nm者。

如第6圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一、二層111、第二層121、第三層131、第四層141、第五層151、第六層161、基板101、及金屬反射層191等，與較佳實施例相同；

第七層201，係可為ZnO材質之金屬氧化層，或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50 μ m。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬氧化層20，進一步可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ；或可為折射率（refractive index）至少在1.5之金屬氧化層者；或可為n型傳導（n-type conduction）或p型傳導（p-type conduction）之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者；以上皆可視為依本發明之較佳實施範例所推廣，並循依本發明之精神所延伸之適用者，故仍應包括在本案之專利範圍內。

請參閱第 7 圖所示，在第三實施例中，本發明方法可在第二實施例之步驟中，進一步包含步驟 8，且該步驟 8，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，接續步驟 7，可在金屬氧化層 20 之裸露表面（即金屬氧化層 20 表面不含與 p 型金屬電極 18 接觸之部份），進一步施予表面處理，而具有粗糙表面（Rough Surface）21 或壓花紋路，以增益光之逃脫放出。

此間擬提出說明者，乃在於：在第二實施例中，本發明方法之步驟 6' 及步驟 7，進一步係可對調順序；而在第三實施例中，本發明方法之步驟 7，進一步亦可與步驟 6' 對調順序；且皆為本發明方法可行之方式。

請參閱第 8 至 10 圖所示，在第四實施例中，本發明方法係可包含以下之步驟：

步驟 1a，係為「在基板上成長一緩衝層」之步驟，即在基板 30 之上表面 30a 形成一緩衝層 31，基板 30 可為藍寶石（sapphire）、或碳化矽（SiC）、或氮化鎵（GaN）等材質；

步驟 2a，係為「在緩衝層上成長一 n-型 DBR」之步驟，接續步驟 1a，在緩衝層 31 上形成一 n-型布拉格反射鏡（DBR）32；

步驟 3a，係為「在 n-型 DBR 上成長 n-GaN 系之磊晶沈積層」之步驟，接續步驟 2a，在 n-型 DBR 32 上形成一 n-GaN 系磊晶沈積層 34；

步驟 4a，係為「在 n-GaN 層上成長 MQW 活性層」之步驟，接續步驟 3a，在 n-GaN 系磊晶沈積層 34 上形成一 MQW 活性

層 35，且 MQW 活性層 35 產生光之波長 (λ) 可在 380nm 600nm 之間；

步驟 5a，係為「在 MQW 活性層上成長 p-型 DBR」之步驟，接續步驟 4a，在 MQW 活性層 35 上形成一 p-型布拉格反射鏡 (DBR) 36；

步驟 6a，係為「在 p-型 DBR 上成長 p-GaN 系磊晶沈積層」之步驟，接續步驟 5a，在 p-型布拉格反射鏡 (DBR) 36 上形成一層 p-GaN 系 (p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN) 之磊晶沈積層 37，且以蝕刻法將部份 n-GaN 層 34 表面、部份 MQW 活性層 35、部份 p-型布拉格反射鏡 36、及部份 p-GaN 層 37 移除，使 n-GaN 層 34 具有一露出面 34a，且可在露出面 34a 上設置一 n 型金屬電極 38，並在 p-GaN 層 37 上設置一 p 型金屬電極 39；

藉此，以構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

如第 9 及 9 A 圖所示，在第四實施例中，本發明之發光裝置包括一基板 30、一 n-型 DBR 32、一 n-GaN 層 34、一 MQW 活性層 35、一 p-型 DBR 36、一接觸層、一 n 型金屬電極 38、及一 p 型金屬電極 39 等構成；其中：

該基板 30，係可為藍寶石 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或氮化鎵 (GaN) 等材質，基板 30 之上表面 30a 可成長一緩衝層 31；

該 n-型 DBR 32、n-GaN 層 34、MQW 活性層 35、及 p-型 DBR 36，係為依序磊晶成長於緩衝層 31 上之磊晶沈積層，且通

電後，MQW活性層35為由「電產生光」之光產生層，波長（ λ ）可在380nm至600nm之間，n-型DBR 32及p-型DBR 36之反射率（Reflective Index）並低於90%以下；

該接觸層，係為p-GaN系（p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN）之磊晶沈積層37；且成長在p-型DBR 36上；

該n型金屬電極38，係設置在n-GaN層34之露出面34a上；

該p型金屬電極39，係設置在p-GaN層37上；藉此，可經由後續之晶粒加工、設置、接線、及樹脂灌膜封裝，而構成一氮化鎵基（GaN-based）之發光二極體。

如第10及10A圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一、二層311，可為LT-GaN / HT-GaN之緩衝層，LT-GaN係為先成長在基板301上之低溫緩衝層，厚度可在30至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚度可在0.5至6 μm ；

第三層321，可為n - AlGaN / GaN之DBR；

第四層341，可為n - GaN之半導體層，厚度可在2至6 μm ；

第五層351，可為InGaN / GaN之MQW；

第六層361，可為p - AlGaN / GaN之DBR；

第七層371，可為p+- GaN-based之半導體層，厚度可在0.2至0.5 μm ；

且磊晶結構係成長在基板301上，該基板301，可為寶石（sapphire）、或碳化矽（SiC）、或矽（Si）、或氮化鎵（GaN）之基板，厚度可在300至500 μm 。

請參閱第11至13圖所示，在第五實施例中，本發明方法係可在第四實施例之步驟中，進一步包含步驟7a，且該步驟7a，係為「在p-GaN層上磊晶沈積金屬氧化層」之步驟，接續步驟6a，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層37上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層40，而作為窗口層。

如第12圖所示，在第五實施例中，本發明裝置可在第四實施例之結構上，進一步包括一金屬氧化層40；其中，該金屬氧化層40，可為具有較佳之可見光透光性範圍之金屬氧化層者，例如：範圍約在380至600nm者。

如第13圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一、二層311、第三層321、第四層341、第五層351、第六層361、第七層371、及基板301等，與第四實施例相同；

第八層401，係可為ZnO材質之金屬氧化層，或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50 μm 。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬氧化層40，進一步可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ；或可為折射率（refractive index）至少在1.5之金屬

氧化層者；或可為n型傳導（n-type conduction）或p型傳導（p-type conduction）之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者；以上皆可視為依本發明之較佳實施範例所推廣，並循依本發明之精神所延伸之適用者，故仍應包括在本案之專利範圍內。

請參閱第14圖所示，在第六實施例中，本發明方法係可在第五實施例之步驟中，進一步包含步驟8a，且該步驟8a，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，接續步驟7a，可在金屬氧化層40之裸露表面（即金屬氧化層40表面不含與p型金屬電極39接觸之部份），進一步施予表面處理，而具有粗糙表面41或壓花紋路，以增益光之逃脫放出。

此間擬提出說明者，乃在於：本發明之磊晶結構，係可由濺鍍自我組織（self-texturing by sputtering）法所形成，或可由物理氣相沈積（physical vapor deposition）法所形成，或可由離子電鍍（ion plating）法所形成，或可由脈衝雷射蒸鍍（pulsed laser evaporation）法所形成，或可由化學氣相沈積（chemical vapor deposition）法所形成，或可由分子束磊晶成長（molecular beam epitaxy）法所形成。

綜上所述，本發明「氮化鎵基發光二極體之製造方法及其發光裝置」不僅可增益實用功效，更未見有相同結構特徵之產品公開販售，顯見實已符合發明專利之成立要件，爰依法提出專利之申請，懇請早日賜准本案專利，以彰顯專利法獎勵國人創作之立法精神，是所至盼。

拾、申請專利範圍

1.一種「氮化鎵基 LED 之製造方法」，係可包含以下之步驟：

(a) 在基板上成長一緩衝層之步驟，係在藍寶石 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或氮化鎵 (GaN) 基板之上表面形成一緩衝層；

(b) 在緩衝層上成長 n-GaN 系磊晶沈積層之步驟，接續步驟 (a)，在緩衝層上形成一層 n-GaN 系磊晶沈積層；

(c) 在 n-GaN 層上成長 MQW 活性層之步驟，接續步驟 (b)，在 n-GaN 系磊晶沈積層上形成一 MQW 活性層，且 MQW 活性層產生光之波長 (λ) 可在 380nm 至 600nm 之間；

(d) 在 MQW 活性層上成長 p-型 DBR 之步驟，接續步驟 (c)，在 MQW 活性層上形成一 p-型布拉格反射鏡 (DBR)；

(e) 在 p-型 DBR 上成長 p-GaN 系磊晶沈積層之步驟，接續步驟 (d)，在 p-型 DBR 上形成一層 p-GaN 系 (p-GaN-based) 之磊晶沈積層，且以蝕刻法將部份 n-GaN 層表面、部份 MQW 活性層、部份 p-型 DBR、及部份 p-GaN 層移除，使 n-GaN 層具有一露出面，且可在露出面上設置一 n 型金屬電極，並在 p-GaN 層上設置一 p 型金屬電極；

(f) 在基板底部鍍上金屬反射層之步驟，接續步驟 (e)，在基板之底部以電鍍或濺鍍之方式設有一金屬反射層；藉此，以構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

2.如申請專利範圍第 1 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (e) 與步驟 (f) 之間，進一步包含步驟 (g)；且該步驟 (g)，係為「在 p-GaN 層上磊晶沈積金屬氧化層」之步驟，即接續步驟 (e)，可在蝕刻後剩餘之 p-GaN 層上，

以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

3.如申請專利範圍第 2 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (f) 之後，進一步包含步驟 (h)；且該步驟 (h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟 (f)，可在金屬氧化層之裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

4.如申請專利範圍第 1 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (f) 之後，進一步包含步驟 (g)；且該步驟 (g)，係為「在 p-GaN 層上磊晶沈積金屬氧化層」之步驟，接續步驟 (e)，可在蝕刻後剩餘之 p-GaN 層上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

5.如申請專利範圍第 4 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (g) 之後，進一步包含步驟 (h)；且該步驟 (h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟 (g)，可在金屬氧化層之裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

6.一種「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，包括一基板、一 n-GaN 層、一 MQW 活性層、一 p-型 DBR、一接觸層、一 n 型金屬電極、及一 p 型金屬電極等構成；其中：

該基板，係可為藍寶石 (sapphire) 材質，基板之上表面可成長一緩衝層，且基板之下表面可鍍有一金屬反射層；

該 n-GaN 層、MQW 活性層、及 p-型 DBR，係為依序磊晶成長於緩衝層上之磊晶沈積層，且通電後，MQW 活性層為由「電產生光」之光產生層，波長 (λ) 可在 380nm 至 600nm 之間；

該接觸層，係為 p-GaN 系 (p-GaN-based) 之磊晶沈積層，且成長在 p-型 DBR 上；

該 n 型金屬電極，係設置在 n-GaN 層之露出面上；

該 p 型金屬電極，係設置在 p-GaN 層上；

藉此，可經由後續之晶粒加工、設置、接線、及樹脂灌膜封裝，而構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

7.如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽 (SiC)、或氮化鎵 (GaN) 等材質。

8.如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該接觸層，進一步可為 p-InGaN、或 p-AlInGaN 之磊晶沈積層。

9.如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p-型 DBR 之反射率，可在 50% 至 80% 之間；且該金屬反射層之反射率，可在 90% 以上。

10.如申請專利範圍第 6 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該發光裝置，進一步包括一金屬氧化層；且該金屬氧化層，係為成長在接觸層上，並具有可見光透光性範圍約在 380 至 600nm 者。

11.一種「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，係由一磊晶結構所構成，包括：

一 LT-GaN / HT-GaN 之緩衝層，LT-GaN 係為先成長在基板上之低溫緩衝層，厚度可在 30 至 500Å，HT-GaN 係為成長在 LT-GaN 上之高溫緩衝層，厚度可在 0.5 至 6 μm ；

一 n - GaN 之半導體層，厚度可在 2 至 6 μm ；

— InGaN / GaN 之 MQW 層；

— p - AlGaN / GaN 之 DBR；

— p⁺- GaN-based 之半導體層，厚度可在 0.2 至 0.5 μm ；

且該基板，可為藍寶石（sapphire）材質，先以 300 至 500 μm 之厚度進行磊晶，磊晶完成後，再由底部研磨成 50 至 300 μm 之厚度，並於底部以電鍍或濺鍍之方式，鍍上厚度為 50Å 至 10 μm 材質為 Ag/Al 之金屬反射層。

12.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽（SiC）、或氮化鎵（GaN）等材質；該金屬反射層，進一步可為 Ag 材質，或任何金屬材質。

13.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p⁺- GaN 之半導體層，進一步可為 p-InGaN、或 p-AlInGaN 之磊晶沈積層。

14.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p⁺- GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 ZnO、或 ZnO 摻雜 Al 之金屬氧化層，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

15.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p⁺- GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 之金屬氧化層，厚度可在 50Å 至 50 μm ，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ 。

16.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p⁺- GaN 之半導體層上，進一步可成長有一折射率至少在 1.5 之金屬氧化層者，厚度可在 50Å 至 50 μm 。

17.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p⁺- GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 n 型

傳導或 p 型傳導之金屬氧化層者，厚度可在 50\AA 至 $50\mu\text{m}$ 。

18.如申請專利範圍第 11 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ -GaN 之半導體層上，進一步可成長有一摻雜有稀土元素 (rare earth-doped) 之金屬氧化層者。

19.一種「氮化鎵基 LED 之製造方法」，係可包含以下之步驟：

(a) 在基板上成長一緩衝層之步驟，係在藍寶石 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或矽 (Si)、或氮化鎵 (GaN) 基板之上表面形成一緩衝層；

(b) 在緩衝層上成長一 n-型 DBR 之步驟，接續步驟 (a)，在緩衝層上形成一 n-型布拉格反射鏡 (DBR)；

(c) 在 n-型 DBR 上成長 n-GaN 系磊晶沈積層之步驟，接續步驟 (b)，在 n-型 DBR 上形成一 n-GaN 系磊晶沈積層；

(d) 在 n-GaN 層上成長 MQW 活性層之步驟，接續步驟 (c)，在 n-GaN 系磊晶沈積層上形成一 MQW 活性層，且 MQW 活性層產生光之波長 (λ) 可在 380nm 至 600nm 之間；

(e) 在 MQW 活性層上成長 p-型 DBR 之步驟，接續步驟 (d)，在 MQW 活性層上形成一 p-型布拉格反射鏡 (DBR)；

(f) 在 p-型 DBR 上成長 p-GaN 系磊晶沈積層之步驟，接續步驟 (e)，在 p-型 DBR 上形成一層 p-GaN 系 (p-GaN-based) 之磊晶沈積層，且以蝕刻法將部份 n-GaN 層表面、部份 MQW 活性層、部份 p-型布拉格反射鏡、及部份 p-GaN 層移除，使 n-GaN 層具有一露出面，且可在露出面上設置一 n 型金屬電極，並在 p-GaN 層上設置一 p 型金屬電極；

藉此，以構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

20.如申請專利範圍第 19 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (f) 之後，進一步包含步驟 (g)；且該步驟 (g)，係為「在 p-GaN 層上磊晶沈積金屬氧化層」之步驟，接續步驟 (e)，可在蝕刻後剩餘之 p-GaN 層上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

21.如申請專利範圍第 19 項之「氮化鎵基 LED 之製造方法」，其中，該方法可在步驟 (g) 之後，進一步包含步驟 (h)；且該步驟 (h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟 (g)，可在金屬氧化層之裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

22.一種「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，包括一基板、一 n-型 DBR、一 n-GaN 層、一 MQW 活性層、一 p-型 DBR、一接觸層、一 n 型金屬電極、及一 p 型金屬電極等構成；其中：

該基板，係可為藍寶石 (sapphire) 材質，基板之上表面可成長一緩衝層；

該 n-型 DBR、n-GaN 層、MQW 活性層、及 p-型 DBR，係為依序磊晶成長於緩衝層上之磊晶沈積層，且通電後，MQW 活性層為由「電產生光」之光產生層，波長 (λ) 可在 380nm 至 600nm 之間；

該接觸層，係為 p-GaN 系 (p-GaN-based) 之磊晶沈積層，且成長在 p-型 DBR 上；

該 n 型金屬電極，係設置在 n-GaN 層之露出面上；

該 p 型金屬電極，係設置在 p-GaN 層上；

藉此，可經由後續之晶粒加工、設置、接線、及樹脂灌膜封裝，而構成一氮化鎵基 (GaN-based) 之發光二極體。

23.如申請專利範圍第 22 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽 (SiC)、或矽 (Si)、或氮化鎵 (GaN) 等材質。

24.如申請專利範圍第 22 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該接觸層，進一步可為 p-InGaN、或 p-AlInGaN 之磊晶沈積層。

25.如申請專利範圍第 22 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 n-型 DBR 及 p-型 DBR 之反射率，係為低於 90 % 以下者。

26.如申請專利範圍第 22 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該發光裝置，進一步包括一金屬氧化層；且該金屬氧化層，係為成長在接觸層上，並具有可見光透光性範圍約在 380 至 600nm 者。

27.一種「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，係由一磊晶結構所構成，包括：

— LT-GaN / HT-GaN 之緩衝層，LT-GaN 係為先成長在基板上之低溫緩衝層，厚度可在 30 至 500Å，HT-GaN 係為成長在 LT-GaN 上之高溫緩衝層，厚度可在 0.5 至 6 μm ；

— n - AlGaIn / GaN 之 DBR；

— n - GaN 之半導體層，厚度可在 2 至 6 μm ；

— InGaIn / GaN 之 MQW 層；

— p - AlGaIn / GaN 之 DBR；

— p⁺- GaN-based 之半導體層，厚度可在 0.2 至 0.5 μm ；

且該基板，可為藍寶石 (sapphire) 材質，厚度可在 300 至 500 μm 。

28.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽 (SiC)、或矽 (Si)、或氮化鎵 (GaN) 等材質。

29.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層，進一步可為 p-InGaN、或 p-AlInGaN 之磊晶沈積層。

30.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 ZnO、或 ZnO 摻雜 Al 之金屬氧化層，厚度可在 50\AA 至 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

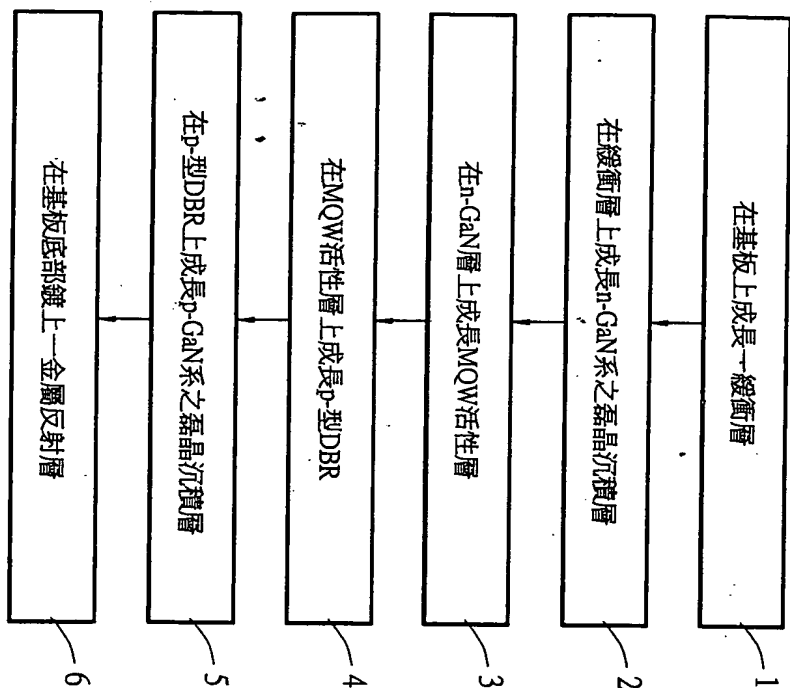
31.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 之金屬氧化層，厚度可在 50\AA 至 $50\text{ }\mu\text{m}$ ，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ 。

32.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層上，進一步可成長有一折射率至少在 1.5 之金屬氧化層者，厚度可在 50\AA 至 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

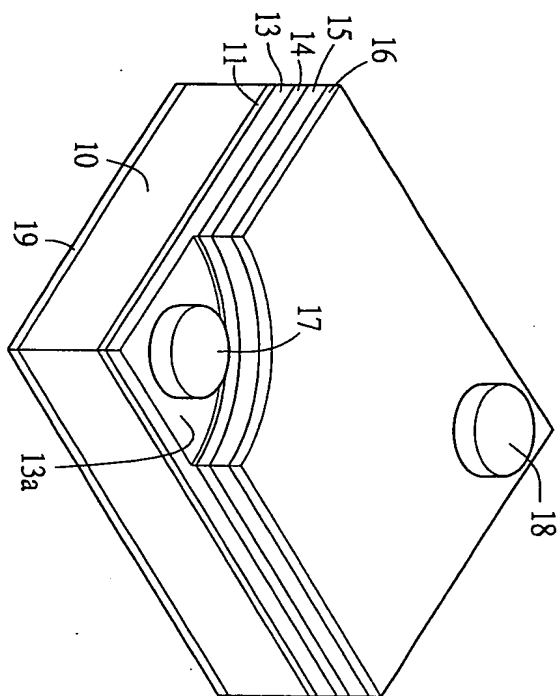
33.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層上，進一步可成長有一 n 型傳導或 p 型傳導之金屬氧化層者，厚度可在 50\AA 至 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

34.如申請專利範圍第 27 項之「氮化鎵基 LED 之發光裝置」，其中，該 p^+ - GaN 之半導體層上，進一步可成長有一摻雜有稀土元素 (rare earth-doped) 之金屬氧化層者。

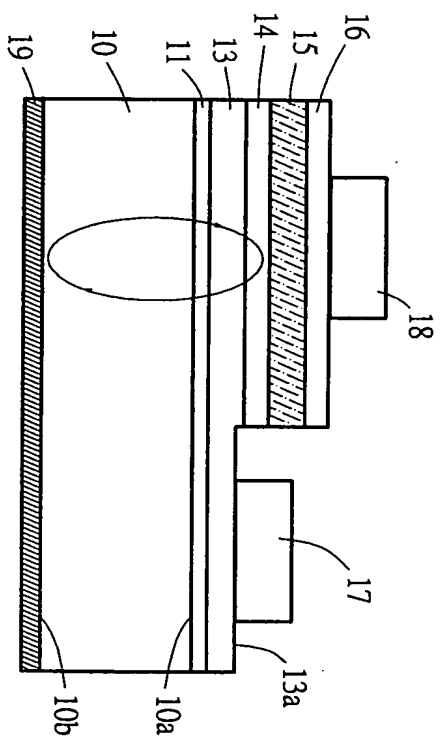
拾壹、圖式



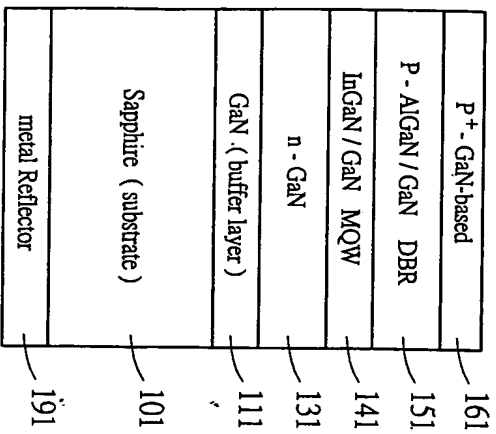
第1圖



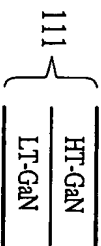
第2圖



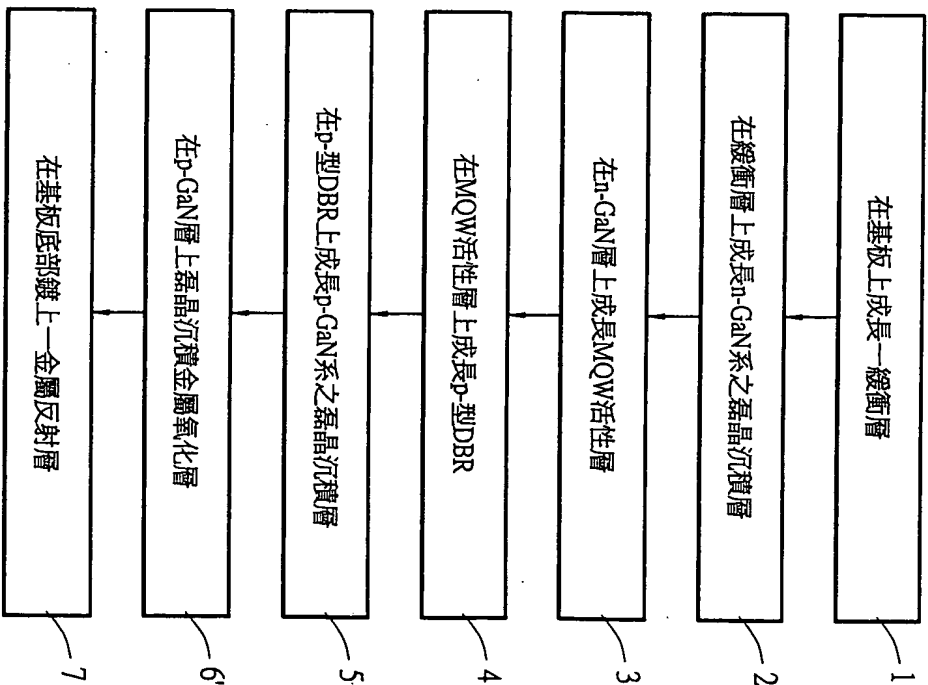
第2A圖



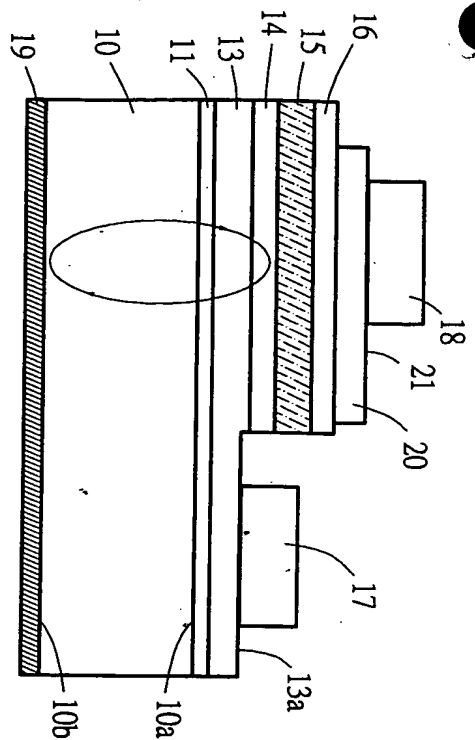
第 3 圖



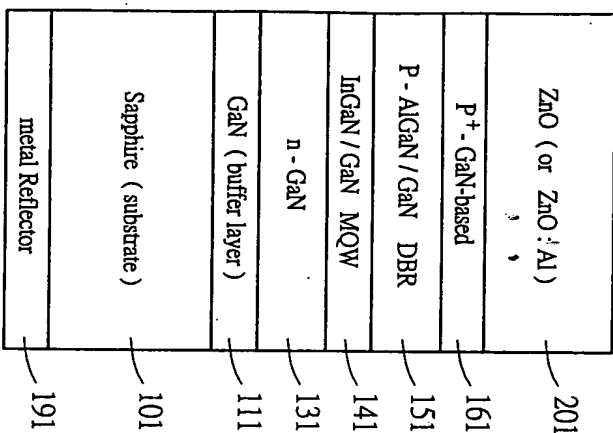
第 3 A 圖



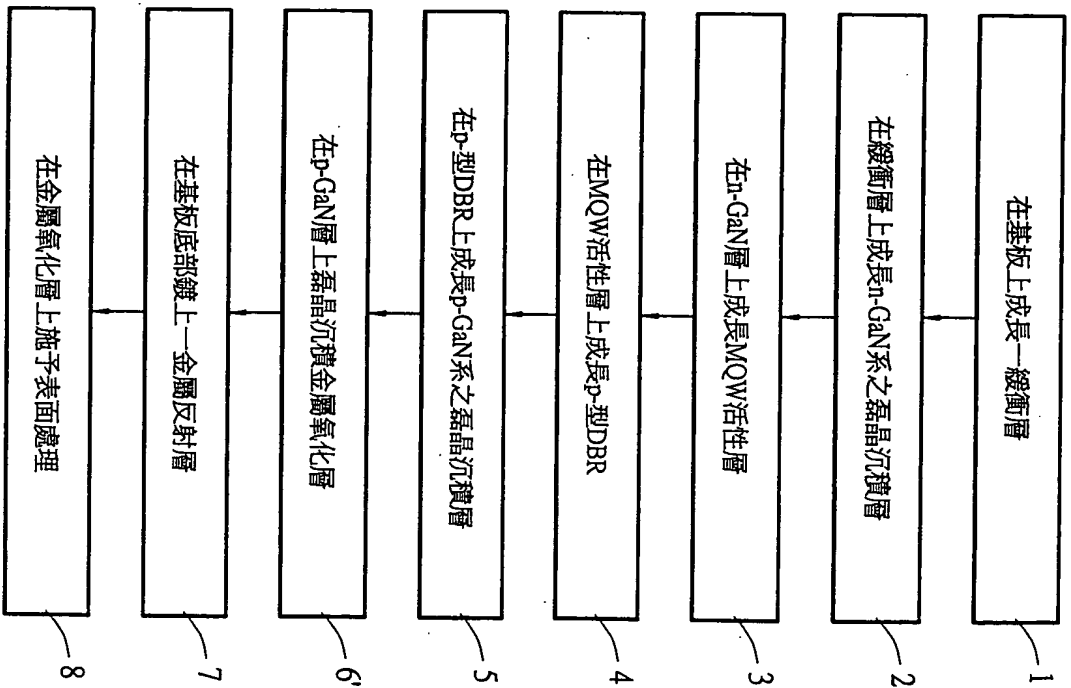
第 4 圖



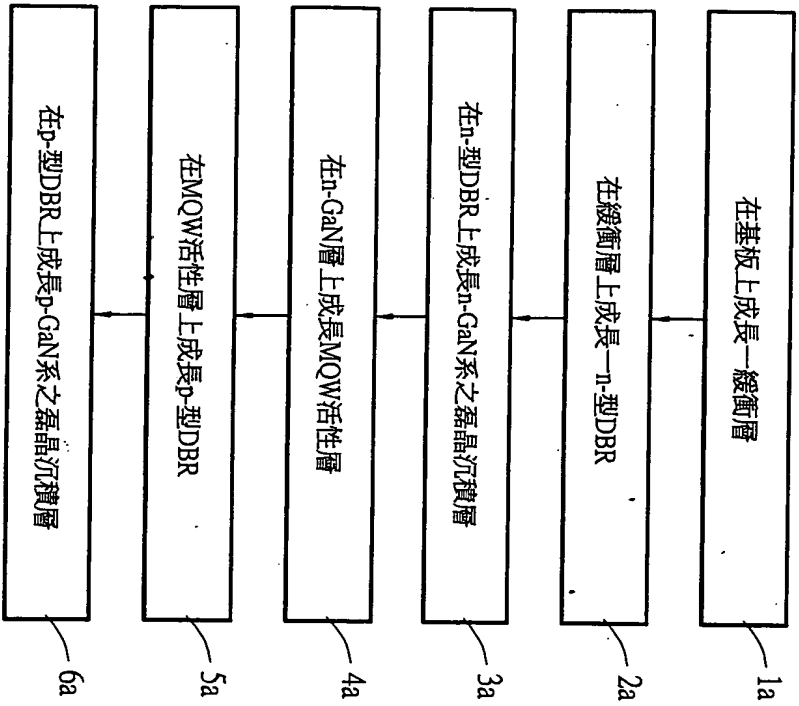
第5圖



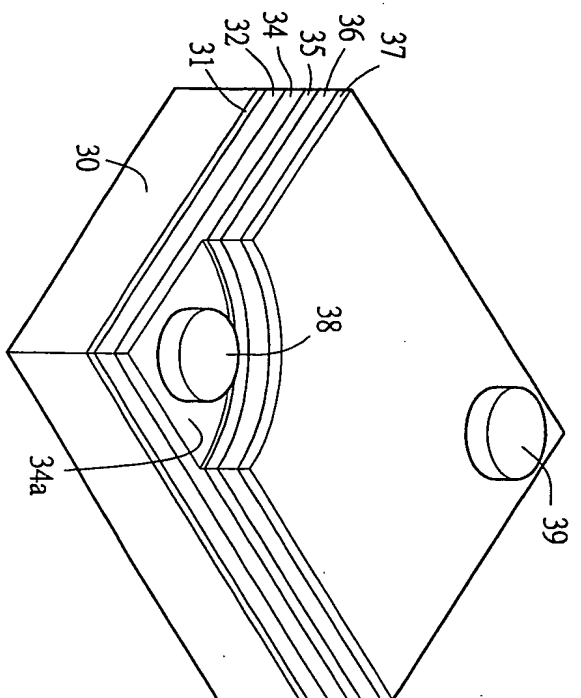
第6圖



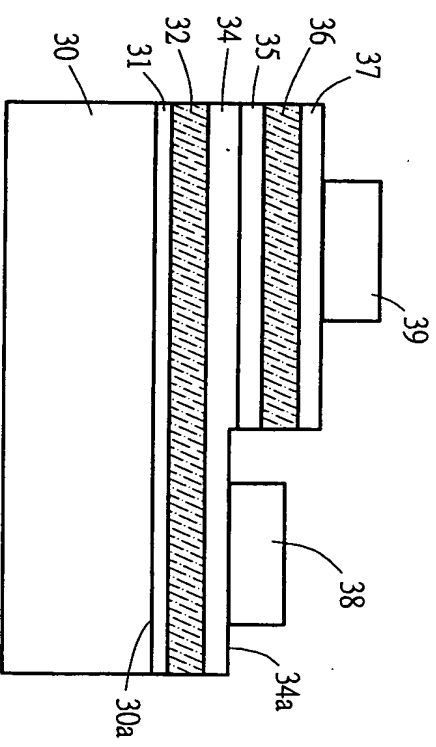
第7圖



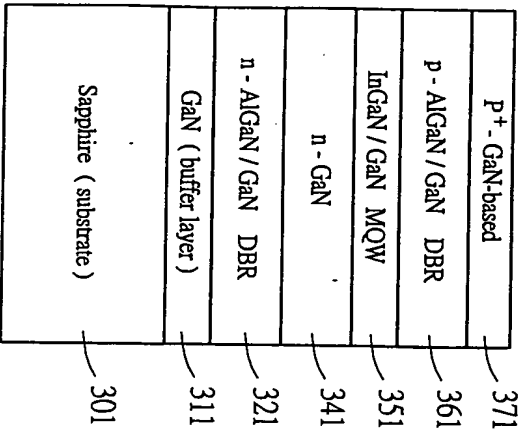
第 8 圖



第 9 圖



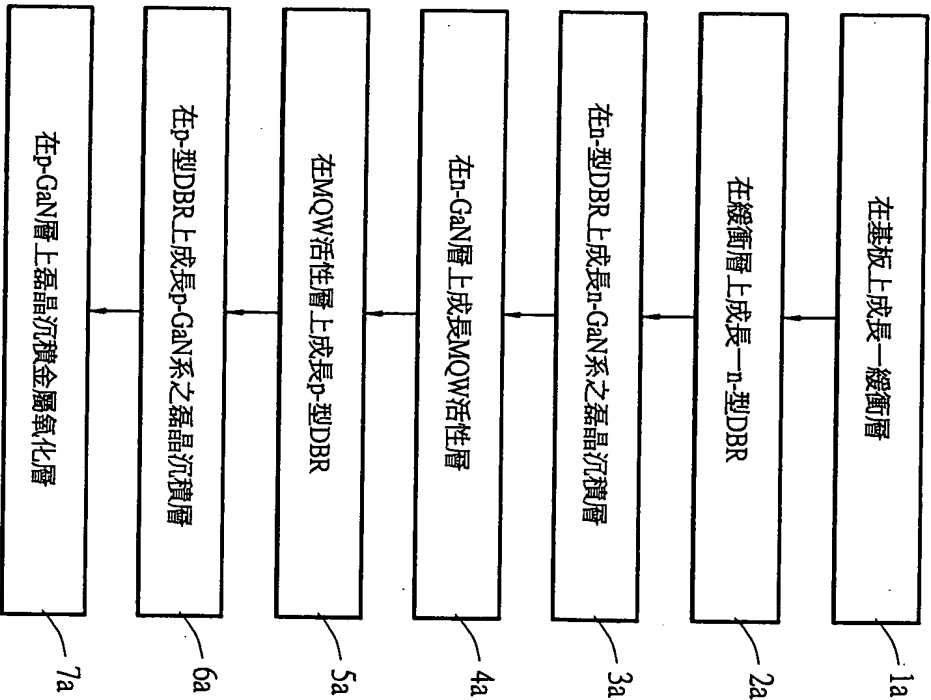
第 9 A 圖



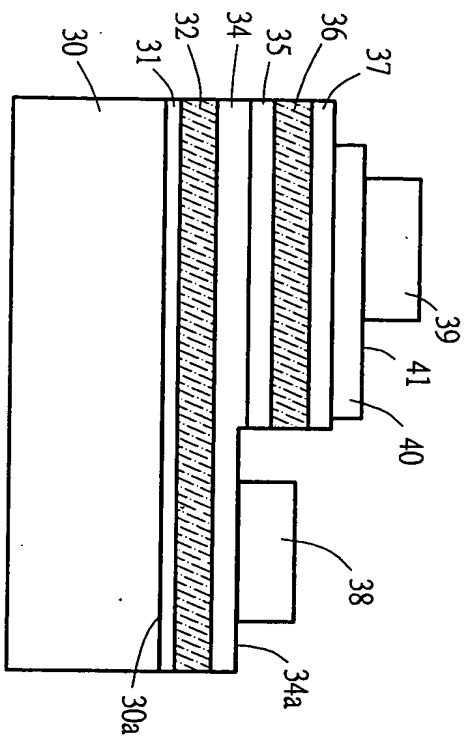
第 10 圖



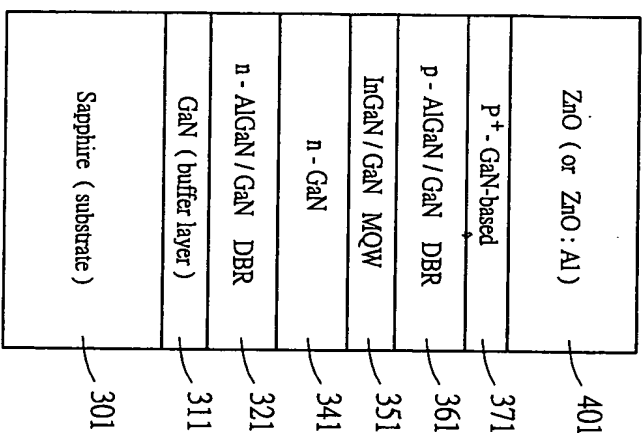
第 10A 圖



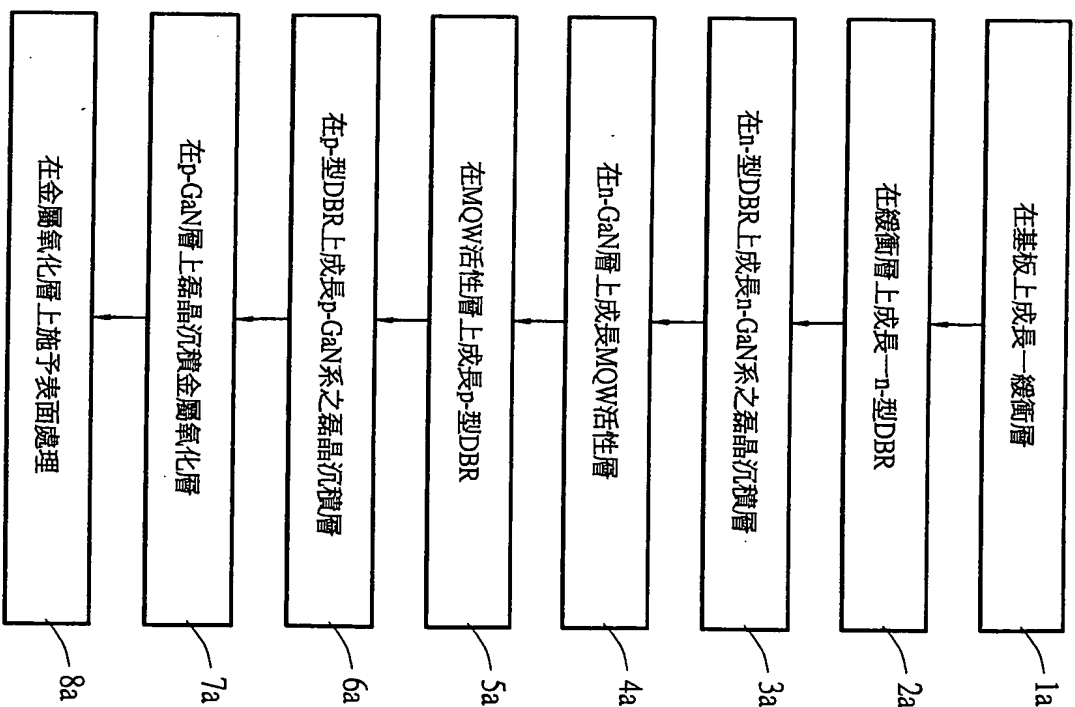
第 11 圖



第 1 2 圖



第 1 3 圖



第 1 4 圖